

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 16 450 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 01 J 9/22**  
C 23 C 14/06  
C 23 C 14/22  
H 01 J 31/50

②1 Aktenzeichen: 195 16 450.4-33  
②2 Anmeldetag: 4. 5. 95  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 8. 96

DE 195 16 450 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

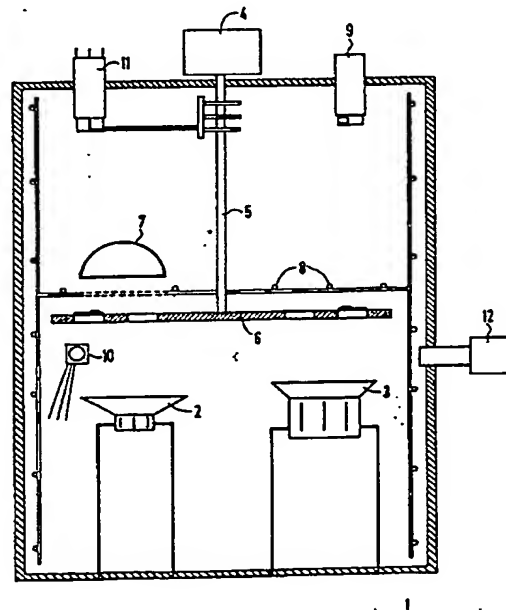
⑦2 Erfinder:  
Hell, Erich, Dr., 91054 Erlangen, DE; Fuchs, Manfred,  
Dipl.-Ing. (FH), 90427 Nürnberg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	28 13 919 C2
DE	26 16 837 A1
US	53 38 926
US	52 98 294
US	48 03 366

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen einer Leuchtschicht aus Cesiumiodid-Thallium auf einem Substrat in einer Bedampfungsanlage

⑤7 Gemäß der Erfindung ist der Druck in der Bedampfungsanlage (1) zumindest während des Bedampfens höher als der Dampfdruck des Thalliumiodids. Das Re-Verdampfen von Thalliumiodid wird somit verhindert und die Ortsauflösung und Lichtausbeute verbessert.



DE 195 16 450 C 1

## Beschreibung

Insbesondere Eingangsleuchtschirme eines Röntgenbildverstärkers weisen ein Substrat auf, auf dem eine Leuchtschicht aus Cäsiumiodid-Natriumiodid ( $\text{CsI}(\text{Na})$ ) oder aus Cäsiumiodid-Thalliumiodid ( $\text{CsI}(\text{Tl})$ ) aufgebracht ist. Auf diesen Eingangs-Leuchtschirm auftreffende Röntgenstrahlung wird somit in Lichtstrahlung gewandelt. In Abhängigkeit von der erzeugten Lichtintensität werden von einer Fotokathode Fotoelektronen emittiert, die durch ein Elektrodensystem auf einen Ausgangsleuchtschirm beschleunigt und fokussiert werden. Die auf den Ausgangsleuchtschirm auftreffenden Elektronen erzeugen in Abhängigkeit von deren Energielichtstrahlung. Ein Röntgenschattebild kann somit in ein sichtbares Bild gewandelt werden.

Ein solcher Eingangsleuchtschirm ist beispielsweise aus der DE 28 13 919 C2 bekannt. Dieser Eingangsleuchtschirm weist ein Substrat aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung auf, auf dem als Zwischenschicht ein Aluminiumfilm aufgebracht ist. Auf der Zwischenschicht ist eine Cäsiumiodid-Schicht und eine photoelektrische Schicht aufgedampft.

Eingangsleuchtschirme werden in einer beispielsweise aus der DE 28 13 919 C2 bekannten Bedampfungsanlage hergestellt. Hierzu wird vorgemischtes Cäsiumiodid-Natriumiodid aus einem Verdampfer verdampft, das sich dann auf dem Substrat, beispielsweise einem Aluminiumträger, niederschlägt. Die Konzentration des Natriumiodids im Cäsiumiodid wird durch die Dotierung des zu verdampfenden Leuchtstoffes vorgegeben. Dies ist möglich, da die Dampfdrücke von Cäsiumiodid und Natriumiodid bei einer Verdampfungstemperatur von ca.  $650^\circ\text{C}$  nahezu gleich sind und sich bei anderen Temperaturen kaum unterscheiden.

Schwieriger ist die Dotierung von Cäsiumiodid mit Thalliumiodid, da sich die Dampfdrücke von Cäsiumiodid und Thalliumiodid stark unterscheiden. Cäsiumiodid und Thalliumiodid kann somit nicht aus einem gemeinsamen Verdampfer verdampft werden, um die gewünschte Dotierung einzustellen.

Für eine hohe Lichtausbeute ist jedoch nicht nur die optimale Dotierung mit Thalliumiodid, sondern auch die Transparenz der Cäsiumiodidnadeln verantwortlich. Bisher wird in einem alternierenden Verfahren im Hochvakuum aus einem Verdampfer zunächst eine Cäsiumiodidschicht von ca.  $100\ \mu\text{m}$  aufgedampft. Anschließend wird aus einem zweiten Verdampfer eine Thalliumiodidschicht aufgedampft. In einem weiteren Verfahrensschritt wird darauf wieder eine Cäsiumiodidschicht usw. aufgedampft. Die Thalliumiodidschichtdicke ist hierbei so bemessen, daß beim anschließenden Tempern der Leuchtschicht eine homogene Verteilung des Thalliumiodids erhalten wird. Durch das Tempern wird die nadelige Leuchtschicht allerdings transparenter, was die laterale Lichtausbreitung fördert und somit die Ortsauflösung der Leuchtschicht verschlechtert.

Bei einem zweiten bekannten Verfahren (kontinuierliches Verfahren) wird aus zwei Verdampfern gleichzeitig Cäsiumiodid und Thalliumiodid im Hochvakuum verdampft. Durch die Wahl der jeweiligen Verdampfertemperatur und der geometrischen Anordnung der Verdampfer relativ zum Substrat kann die gewünschte Dotierung der Cäsiumiodidschicht mit Thalliumiodid erhalten werden. Ein Tempern der Schicht ist nicht erforderlich. Die Substrattemperatur darf bei der Bedampfung jedoch  $160^\circ\text{C}$  nicht überschreiten, da aufgrund des Dampfdruckes von Thalliumiodid bei dieser Temperatur bereits merkliche Re-Verdampfung von der bereits auf dem Substrat niedergeschlagenen Leuchtschicht einsetzt.

Die mit beiden Verfahren erzielten Lichtausbeuten sind nicht sehr hoch und lassen sich nur schwer reproduzieren.

Die beiden oben beschriebenen Verfahren haben den Nachteil, daß hohe Substrattemperaturen, bei denen die Helligkeit (Lichtausbeute der Cäsiumiodidschicht) zunimmt, nicht realisiert werden können. Infolge der Re-Verdampfung von Thalliumiodid bei hohen Substrattemperaturen von beispielsweise  $250^\circ\text{C}$  kann keine ausreichende Thalliumiodiddotierung der Cäsiumiodidschicht gewährleistet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer Leuchtschicht aus Cäsiumiodid-Thalliumiodid auf einem Substrat in einer Bedampfungsanlage derart anzugeben, daß die genannten Nachteile nicht auftreten.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren und eine Vorrichtung, bei dem bzw. der der Dampfdruck in der Bedampfungsanlage zumindest während des Bedampfens des Substrates höher als der Dampfdruck des Thalliumiodids ist.

Vorteil der Erfindung ist, daß hierdurch das Re-Verdampfen von Thalliumiodid verhindert und somit eine ausreichende Dotierung der Leuchtschicht erhalten wird.

Besonders vorteilhaft sollte der Druck in der Bedampfungsanlage während des Verdampfens zumindest im Bereich des dreifachen Sättigungsdampfdruckes des Thalliumiodids liegen. Durch den höheren Druck wird die Diffusion der auf das Substrat auftreffenden Cäsiumiodid- bzw. Thalliumiodid-Moleküle gemindert, zudem wird ermöglicht, daß auch bei hohen Substrattemperaturen ein kleiner Cäsiumiodid-Nadeldurchmesser und damit eine gute Ortsauflösung erhalten wird.

Eine deutliche Verbesserung der Ortsauflösung der Leuchtschicht ergibt sich, wenn im Verlauf der Bedampfung ein zeitlicher Gradient in der Substrattemperatur liegt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispieles anhand der Zeichnung in Verbindung mit den Unteransprüchen.

In der Figur ist beispielhaft eine Bedampfungsanlage 1 gezeigt, die einen ersten und zweiten Verdampfer 2, 3 für Thalliumiodid bzw. Cäsiumiodid und eine über einen Antrieb 4 um eine Achse 5 rotierbare Substrataufnahme 6 aufweist. Ferner können noch eine Heizung 7, eine Kühlung 8, eine Vakuummeßröhre 9 und ein Schichtdickenmeßgerät 10 vorgesehen sein. Meßleitungen 11 sind in die Bedampfungsanlage 1 geführt. Gemäß der Erfindung ist an die Bedampfungsanlage 1 eine Druckerzeugungseinrichtung 12 angeschlossen, über die der Druck in der Bedampfungsanlage 1 eingestellt werden kann. Der Druck wird hierbei, wie bereits erläutert, so gewählt, daß dieser zumindest während des Bedampfens höher als der Dampfdruck des Thalliumiodids ist. Der Druck kann hierbei zwischen zwei- und fünfmal höher als der Sättigungsdampfdruck des Thalliumiodids sein und liegt

vorzugsweise zumindest im Bereich des dreifachen Sättigungsdampfdruckes des Thalliumiodids. Über die Druckerzeugungseinrichtung 12 kann besonders vorteilhaft ein Inertgas in die Bedampfungsanlage 1 eingeleitet werden, so daß der Bedampfungsprozeß ungestört verläuft.

In nachfolgender Tabelle 1 sind beispielhafte Werte für die Substrattemperatur, den Sättigungsdampfdruck und den Mindestdruck angegeben.

Tabelle 1

Substrattemperatur	Sättigungsdampfdruck	Mindestdruck
150 °C	$1 \cdot 10^{-4}$ Pa	$3 \cdot 10^{-4}$ Pa
200 °C	$2 \cdot 10^{-3}$ Pa	$6 \cdot 10^{-3}$ Pa
250 °C	$4 \cdot 10^{-2}$ Pa	$1 \cdot 10^{-1}$ Pa

Der Druck in der Bedampfungsanlage 1 darf hierbei jedoch nicht so groß gewählt werden, daß ein Verdampfen von Thalliumiodid aus dem Verdampfer 2 verhindert wird. Hierbei sind auch Meßunsicherheiten zu berücksichtigen.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind beispielhafte Werte für die Verdampfertemperatur, den Sättigungsdampfdruck und den maximalen Druck angegeben.

Tabelle 2

Verdampfertemperatur	Sättigungsdampfdruck	maximaler Druck
400 °C	30 Pa	10 Pa
350 °C	5 Pa	2 Pa
300 °C	$5 \cdot 10^{-1}$ Pa	$2 \cdot 10^{-1}$ Pa

Um eine Cäsiumiodid-Thalliumiodid-Röntgenleuchtschicht mit optimaler Lichtausbeute zu erhalten, hat sich eine Substrattemperatur von 250°C als günstig erwiesen. Um dabei die Re-Verdampfung von Thalliumiodid zu verhindern, sollte der Druck in der Bedampfungsanlage 1 zumindest im Bereich von  $1 \cdot 10^{-1}$  Pa liegen. Als Inertgas hat sich Argon oder Stickstoff bewährt. Die Verdampfertemperatur sollte hierbei mindestens 300°C betragen. Bei höherem Druck in der Bedampfungsanlage 1, z. B. 1 Pa, muß die Verdampfertemperatur so erhöht werden, z. B. auf 350°C, daß der Druck in der Bedampfungsanlage 1 immer unter dem maximalen Druck, entsprechend der Tabelle 2, liegt. Bei 350°C Verdampfertemperatur sollte der maximale Druck 2 Pa also nicht überschreiten. Die optimale Thalliumiodid-Konzentration in der Leuchtschicht wird durch den Abstand zwischen dem Thalliumiodid-Verdampfer und dem Substrat eingestellt.

Durch den erfindungsgemäßen höheren Druck in der Bedampfungsanlage 1 ist die Diffusion der auf das Substrat auftreffenden Cäsiumiodid- bzw. Thalliumiodid-Moleküle gemindert. Zudem wird ermöglicht, daß auch bei hohen Substrattemperaturen ein geringer Cäsiumiodid-Nadeldurchmesser erhalten wird, der eine gute Ortsauflösung der Leuchtschicht bedingt. Eine deutliche Verbesserung der Auflösung der Leuchtschicht ergibt sich, wenn im Verlauf der Bedampfung ein zeitlicher Gradient (beispielsweise von 180°C auf 250°C in ca. 5 min) in der Substrattemperatur liegt. Gute Ergebnisse werden bei einer Bekeimungstemperatur von 150°C bis 190°C und einer maximalen Substrattemperatur von 240°C bis 260°C erhalten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Leuchtschicht aus CsI(Tl) auf einem Substrat in einer Bedampfungsanlage (1), dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Bedampfungsanlage (1) zumindest während des Bedampfens höher als der Dampfdruck des Thalliumiodids ist.
2. Verfahren zum Herstellen einer Leuchtschicht aus CsI(Tl) nach Anspruch 1, wobei der Druck in der Bedampfungsanlage (1) im Bereich zwischen 2 und 5 mal höher ist als der Sättigungsdampfdruck des Thalliumiodids.
3. Verfahren zum Herstellen einer Leuchtschicht aus CsI(Tl) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Druck zumindest im Bereich des dreifachen Sättigungsdampfdruckes des Thalliumiodids liegt.
4. Verfahren zum Herstellen einer Leuchtschicht aus CsI(Tl) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Inertgas zum Erzeugen des Druckes in die Bedampfungsanlage (1) eingeleitet wird.
5. Verfahren zum Herstellen einer Leuchtschicht aus CsI(Tl) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei im Verlauf der Bedampfung ein zeitlicher Gradient in der Substrattemperatur liegt.
6. Verfahren zum Herstellen einer Leuchtschicht aus CsI(Tl) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die

# DE 195 16 450 C1

Bekeimungstemperatur im Bereich von 150°C bis 190°C und die Substrattemperatur maximal im Bereich von 240°C bis 260°C liegt.

7. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bedampfungsanlage (1) eine Vorrichtung (12) zum Einstellen eines Druckes aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Bedampfungsanlage (1) eine Einleitung für Inertgas aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

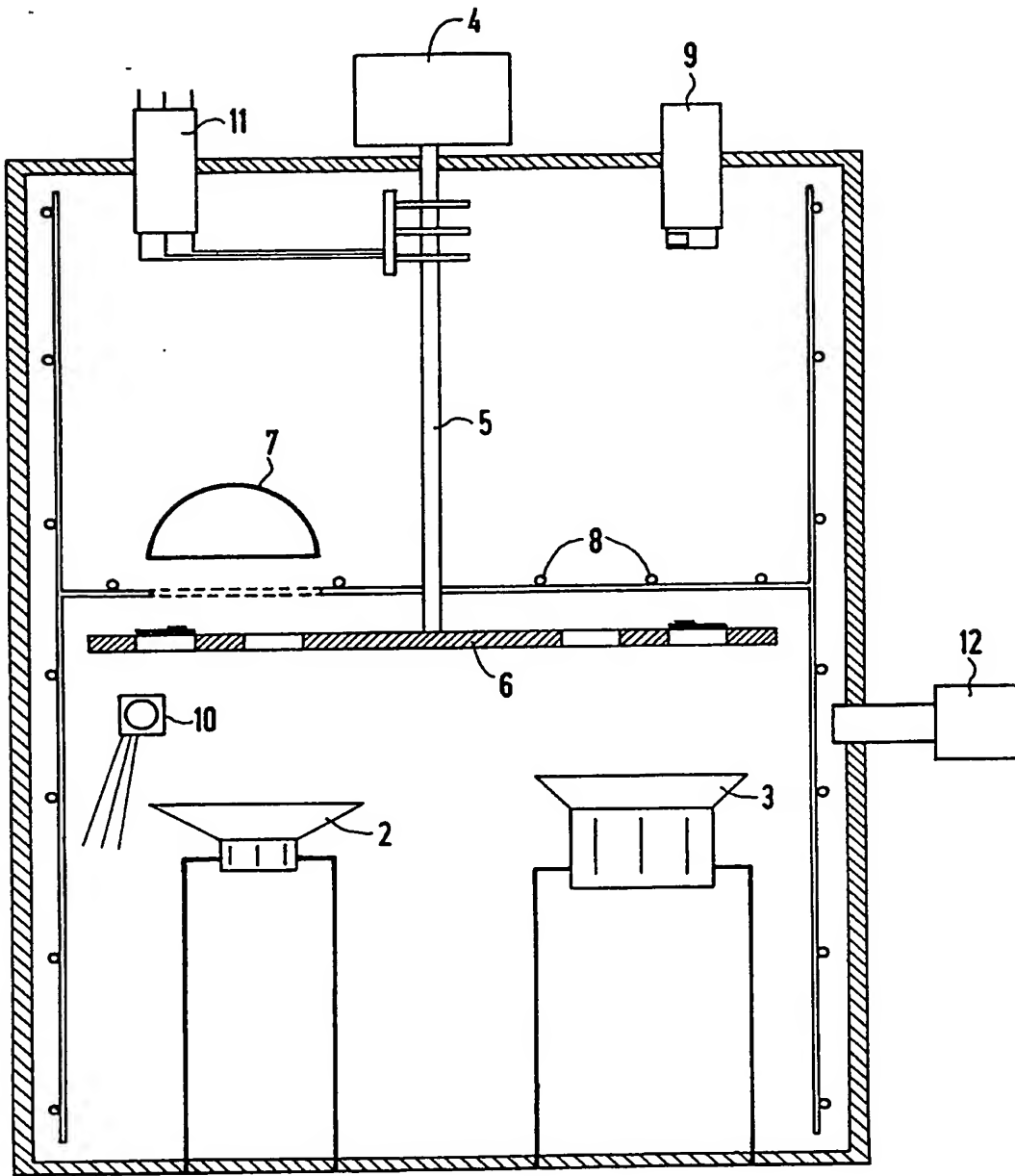
50

55

60

65

- Leerseite -



DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010858374 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1996-355325/\*199636\*

XRAM Acc No: C96-111984

XRPX Acc No: N96-299663

Prodn. of phosphor layer in vaporising appts. - by depositing caesium  
iodide and thallium iodide on substrate

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI )

Inventor: FUCHS M; HELL E

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19516450	C1	19960808	DE 1016450	A	19950504	199636 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1016450 A 19950504

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19516450	C1		6	H01J-009/22	

Abstract (Basic): DE 19516450 C

Prodn. of phosphor layer made of CsI (Tl) on a substrate in a  
vaporising appts. (1) is claimed, in which the pressure in the appts.  
during vaporisation is higher than the vapour pressure of thallium  
iodide. The appts. is also claimed.

USE - The phosphor layer can be used as a screen of an X-ray  
picture amplifier.

ADVANTAGE - Revaporisation of thallium iodide is prevented and thus  
a sufficient doping of the phosphor layer is obtd. Diffusion of the  
caesium and/or thallium iodide molecules into the substrate is reduced.

Dwg.1/1

Title Terms: PRODUCE; PHOSPHOR; LAYER; VAPORISE; APPARATUS; DEPOSIT;  
CAESIUM; IODIDE; THALLIUM; IODIDE; SUBSTRATE

Derwent Class: L03; V05

International Patent Class (Main): H01J-009/22

International Patent Class (Additional): C23C-014/06; C23C-014/22;

H01J-031/50

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): L03-C02C; L03-H04C

Manual Codes (EPI/S-X): V05-L02C7B; V05-L05D3

Derwent Registry Numbers: 1812-U